

35 U.S. P10
8/940020
19/29/97

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1996年 9月30日

出 願 番 号
Application Number:

平成 8年特許願第276912号

出 願 人
Applicant(s):

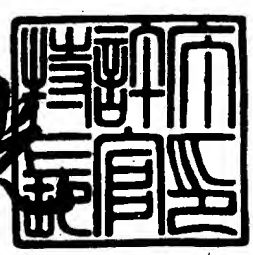
株式会社東芝

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1997年 6月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

荒井 寿



【書類名】 特許願

【整理番号】 13A9670011

【提出日】 平成 8年 9月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明の名称】 磁気抵抗効果ヘッド、その製造方法、録再一体型磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地 株式会社東芝 川崎事業所内

【氏名】 福澤 英明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内

【氏名】 中村 新一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地 株式会社東芝 川崎事業所内

【氏名】 上口 裕三

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地 株式会社東芝 川崎事業所内

【氏名】 岩崎 仁志

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地 株式会社東芝 川崎事業所内

【氏名】 堀 昭男

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会社東芝 川崎事業所内

【氏名】 橋本 進

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代表者】 西室 泰三

【代理人】

【識別番号】 100083161

【弁理士】

【氏名又は名称】 外川 英明

【電話番号】 03-3457-2512

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010261

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003024

【書類名】明細書

【発明の名称】磁気抵抗効果ヘッド、その製造方法、録再一体型磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の主表面に形成された磁気抵抗効果素子と、

前記磁気抵抗効果素子に隣接し、厚さが500オングストローム以下のアモルファス層、金属結晶層、及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜とが前記基板の主表面に順次積層されてなる積層膜と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項2】

基板の主表面に形成されたギャップ層と、

このギャップ層の表面に形成された磁気抵抗効果素子と、

前記磁気抵抗効果素子に隣接し、アモルファス層、金属結晶層、及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜とが前記ギャップ層の表面に順次積層されてなる積層膜と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項3】

基板の主表面に形成された磁気抵抗効果素子と、

前記基板の主表面に前記磁気抵抗効果素子に隣接して形成されたbi-crystall構造の硬質磁性膜と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項4】

前記硬質磁性膜の下地膜として前記基板側より順にアモルファス層、及び金属結晶層とが積層されてなる積層膜が備えられたことを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項5】

前記アモルファス層は磁性層であり、前記金属結晶層は磁性層であることを特徴とする請求項1、2または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項6】

前記アモルファス層と前記金属結晶層は同じ構成元素を含むことを特徴とする請求項1、2または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項7】

前記アモルファス層は前記ギャップ層との反応層であることを特徴とする請求項2記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項8】

前記アモルファス層は前記基板との反応層であることを特徴とする請求項1または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項9】

前記金属結晶層及び前記アモルファス層はCr、Ti、Ta、V、W、Zr、Nb、Hf、Mo、及びAlからなる群より選ばれた少なくとも一の元素を共に含むことを特徴とする請求項1、2、または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項10】

前記金属結晶層の平均結晶粒径は前記金属結晶層の厚さの5倍以上であることを特徴とする請求項1、2、または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項11】

前記硬質磁性膜はb i - c r y s t a l構造であることを特徴とする請求項4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項12】

前記アモルファス層と前記金属結晶層の全体の厚さは500オングストローム以下であることを特徴とする請求項1、2、または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項13】

前記金属結晶層は前記アモルファス層との反応層であり、膜厚が80オングストローム以下の反応性結晶層と、この反応性結晶層の表面の結晶層とからなるこ

とを特徴とする請求項1、2または4記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項14】

前記硬質磁性膜のmain-grainの結晶粒径は500オングストローム以上であることを特徴とする請求項1、2、3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項15】

前記磁気抵抗効果素子は異方性磁気抵抗効果を示す膜であることを特徴とする請求項1、2または3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項16】

前記磁気抵抗効果素子は第1の磁性層、非磁性層、及び第2の磁性層が積層されてなる磁気抵抗効果膜であることを特徴とする請求項1、2、または3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項17】

前記第1の磁性層は前記硬質磁性膜の表面に延在し、前記硬質磁性膜と交換結合していることを特徴とする請求項21記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項18】

前記硬質磁性膜は前記磁気抵抗効果素子の両端面において前記磁気抵抗効果素子と隣接していることを特徴とする請求項1、2、または3記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項19】

媒体対向面に形成された磁気ギャップを挟持する一対の磁極層と、この一対の磁極層の磁化反転を起こすコイルとが備えられた記録部と

請求項1、2、又は3記載の磁気抵抗効果ヘッドを再生部に具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項20】

基板の主表面に順次厚さが500オングストローム以下のアモルファス層、金属結晶層を形成する工程と、

前記金属結晶層の表面にCoを構成元素として含む硬質磁性膜を形成する工程と、

前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を前記基板の主表面に形成する工

程と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【請求項 2 1】

基板の主表面にギャップ層を形成する工程と、

このギャップ層の表面にアモルファス層、金属結晶層を形成する工程と、

前記金属結晶層の表面にC o を構成元素として含む硬質磁性膜を形成する工程と、

前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を前記ギャップ層の表面に形成する工程と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【請求項 2 2】

基板の主表面に b i - c r y s t a l 構造の硬質磁性膜を形成する工程と、

前記基板の主表面に前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を形成する工程と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【請求項 2 3】

請求項 2 0、2 1、または 2 2 に記載の製造方法により再生部の磁気抵抗効果ヘッドを形成する工程と、媒体対向面において磁気ギャップを挟持する一対の磁極層を形成する工程と、この一対の磁極層の磁化反転を起こさせるコイルを有する記録部を形成する工程とを具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気抵抗効果ヘッド、その製造方法、録再一体型磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気記録媒体に記憶された情報を読み出す磁気抵抗効果型ヘッドが研究されている。この磁気抵抗効果型ヘッドは外部磁界の強弱に応じて電気抵抗が変化するMRエレメントを用い、このMRエレメントの抵抗変化を利用して磁気記録媒体の情報を読み出すものである。

【0003】

図37はこの従来の磁気抵抗効果ヘッドの一例を示す断面図である。この従来例ではMRエレメント6の外部磁界により磁化反転する感磁層は、その両端に形成された硬質磁性膜5による縦バイアスにより磁区制御されるアバット接合方式である。

【0004】

$Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板1上には基板保護膜2が形成され、さらに基板保護膜2上には下部シールド膜3が形成される。再生部12はこの下部シールド膜3上のギャップ層4、このギャップ層4の表面に形成されるGMR膜等のMRエレメント6、このわきにMRエレメント6の磁区制御膜として形成される、例えばCo系の硬質磁性膜5、MRエレメント6の磁気抵抗の変化を読み出す為にMRエレメント6の両端に接続されるリード端子7、MRエレメント6上に形成される上部ギャップ膜8、さらにその上に形成される上部シールド層9等からなる。上部シールド層9は同時に記録部13の下部磁気コアとしても用いられる。書き込み部は下部磁気コア上に形成される磁気ギャップ膜10、さらにその表面の部分領域に形成される上部磁気コア11からなる。

MRエレメント6にはMR膜やGMR膜が知られており、その一例として強磁性膜、非磁性膜、強磁性膜、反強磁性膜が順次積層されてなるスピンバルブ構造がある(Phys. Rev. B., Vol. 45806, (1992))(J. Appl. Phys. Vol. 69, 4774 (1991))。この構造では、非磁性膜を挟んだ2つの強磁性膜の一方が反強磁性膜による交換バイアスにより固定磁化をもつ固着層であり、感磁層である他の磁性膜が外部磁界により磁化反転して固着層と反平行な状態を作り出し、磁気抵抗変化を実現する。

感磁層が外部磁界により磁化反転する際にバルクハウゼンノイズが発生することが知られている。図38(a)はバルクハウゼンノイズの発生機構を示す。磁区制御されず、様々な磁区を持つ磁性膜14に外部磁界が加わると一斉に磁化方向が一方向にそろい、この際に出力波形に雑音(バルクハウゼンノイズ)が発生する。この問題に対し、図35(b)に示すように、両側に硬質磁性膜を配置して磁性膜14の磁区を制御することで、強磁性膜を単磁区化する工夫がなされている。磁性膜14を長期にわたって安定に単磁区化するためには、安定した高い保磁力が望まれる。

一方、磁気記録媒体の媒体膜として、硬質磁性膜が用いられ、1000オングストロームより厚い非磁性下地膜を硬質磁性膜の下層に形成することで硬質磁性膜の結晶性を上げ、磁気異方性を大きくしたり、結晶粒間の磁氣的孤立化を図る等の工夫がなされている。

しかしながら、このような厚膜を磁気抵抗効果ヘッドに用いるのは構造上困難であり、低い保磁力によるバルクハウゼンノイズ発生等の問題を犠牲にしても非磁性下地膜を用いずにいた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年、磁気記録装置の高密度化に伴い、磁気抵抗効果ヘッドの磁気記録媒体からの浮上量が低くなり、低浮上状態、擬似接触状態、或いは接触状態となることが予想される。ヘッドと媒体間距離が短くなることで、保磁力の低い硬質磁性膜は磁化反転しやすくなる。磁化反転が発生すれば、MRエレメントの磁性層の磁化は不安定となり、磁区を形成して上述のバルクハウゼンノイズが発生する。

【0006】

この対策として、硬質磁性膜の下層に厚い下地金属膜を形成して保磁力をあげたり、バイアス磁界を補うために硬質磁性膜を厚くする等が考えられる。しかしこのような対策をとった磁気抵抗効果素子は、高密度化により挟ギャップ化が進むと、上述のアバット接合方式では、バイアス磁界がシールド膜に漏洩して感磁層にかかる実効的なバイアス磁界が小さくなり、感磁層の単磁区化が困難となる

問題がある。又、MRエレメントよりも厚い硬質磁性膜を用いれば硬質磁性膜の膜厚中心はより固着層に近くなり、硬質磁性膜と異方性磁界の弱い反強磁性膜との接合界面において、固着層の磁化反転が生じ、ノイズが発生する問題がある。又、硬質磁性膜を下地膜上に形成してバルクハウゼンノイズを低減しようとするれば、アバット接合方式では、既に形成されているGMR膜6の側面に下地膜が付着し、結果としてMRエレメントの感磁性層と硬質磁性膜の間に磁気的なギャップを形成する。これは、感磁性層へのバイアス効果を弱め、バルクハウゼンノイズの原因となる。

【0007】

一方、MRエレメントを硬質磁性膜上に延在させて、MRエレメントの強磁性膜と硬質磁性膜との交換結合を利用した交換結合バイアス方式では、厚い硬質磁性膜をイオンミリング等によりエッチング加工した後に、MRエレメントを形成する。従って、硬質磁性膜では、エッチング後のギャップ層4の表面荒れ（凹凸）が激しくなり、この表面に形成されるMRエレメントの異方性磁界 H_k の不安定性、困難軸方向の抗磁力 H_c の発現、スピンバルブ膜を用いれば感磁層と固着層間の層間結合磁界 H_{in} の増大等の特性の不安定性が発現し、バルクハウゼンノイズの原因となる。ギャップ層4の表面荒れは、硬質磁性膜自体の表面荒れがイオンミリングにより転写されることによっても発生する。又、図39に示すように、硬質磁性膜の保磁力 H_c （M点）が大きくても残留磁化 M_r が低いと硬質磁性膜とGMR膜をあわせた抗磁力 H_c （L点）が低下して、バルクハウゼンノイズの発生が増大する。

【0008】

さらに又、長期にわたって安定な残留磁化 M_r （残留磁化角型比 S に依存する。）を500オングストローム以下の薄い下地金属膜上の硬質磁性膜で得られる新構造が磁気抵抗効果素子の特性向上の為に望まれる。

【0009】

本発明はこれらの問題を解決することを課題とし、高い保磁力、残留磁化、飽和磁化、角型比等の優れた磁気特性をもつ硬質磁性膜を備える録再一体型磁気抵抗効果ヘッドを提供するを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する為に、本発明の第1は、基板の主表面に形成された磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子に隣接し、厚さが500オングストローム以下のアモルファス層、金属結晶層、及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜とが前記基板の主表面に順次積層されてなる積層膜と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0011】

又、上記課題を解決するために、本発明の第2は、基板の主表面に形成されたギャップ層と、このギャップ層の表面に形成された磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子に隣接し、アモルファス層、金属結晶層、及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜とが前記ギャップ層の表面に順次積層されてなる積層膜と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0012】

又、上記課題を解決する為に、本発明の第3は、基板の主表面に形成された磁気抵抗効果素子と、前記基板の主表面に前記磁気抵抗効果素子に隣接して形成されたbi-crystal構造の硬質磁性膜と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0013】

本発明の第3において、硬質磁性膜の下地膜として前記基板側より順にアモルファス層、及び金属結晶層とが積層されてなる積層膜が備えられた磁気抵抗効果ヘッドが与えられる。

【0014】

尚、本発明第1乃至3において、上述のアモルファス層は原子または分子が規則正しい空間的配置をもつ結晶をつくらずに集合した固体状態をいう。

【0015】

このように硬質磁性膜が金属結晶層を介してアモルファス層上に形成されるため、第1及び第2の実施の形態で詳細に説明するように、保磁力、残留磁化、飽和磁化、角型比等において優れた特性が得られる。これにより、本発明の磁気抵抗効果ヘッドによれば、バルクハウゼンノイズを有効に抑制できる。

【0016】

上記、硬質磁性膜は、*b i - c r y s t a l*構造であることが好ましい。ここで、*b i - c r y s t a l*構造は一つの*m a i n - g r a i n*内に*s u b - g r a i n*が形成され、図5に示すように、*s u b - g r a i n*間は結晶配向方向が略直交（80度～100度）の結晶構造である。この構造により、*m a i n - g r a i n*の粒の孤立化が悪い連続膜にもかかわらず、面内での高い結晶磁気異方性を持つ*s a b - g r a i n*が互いに直交していることで高い保磁力 H_c 、残留磁化 M_r が両立できる。

【0017】

本発明において、以下の構成が好ましい形態として与えられる。

- 1) アモルファス層は磁性層であり、前記金属結晶層は磁性層である。
- 2) アモルファス層と前記金属結晶層は同じ構成元素を含む。
- 3) 本発明の第2において、アモルファス層は前記ギャップ層との反応層である。
- 4) 本発明の第1及び第3において、アモルファス層は前記基板との反応層である。
- 5) 本発明の第2においてギャップ層はアルミナである。
- 6) 金属結晶層及び前記アモルファス層はCr、Ti、Ta、V、W、Zr、Nb、Hf、Mo、及びAlからなる群より選ばれた少なくとも一の元素を共に含む。
- 7) 金属結晶層の平均結晶粒径は前記金属結晶層の厚さの5倍以上である。
- 8) アモルファス層と前記金属結晶層の全体の厚さは500オングストローム以下である。
- 9) 金属結晶層は前記アモルファス層との反応層であり、膜厚が80オングストローム以下の反応性結晶層と、この反応性結晶層の表面の結晶層とからなる。

- 10) 硬質磁性膜のmain-grainの結晶粒径は500オングストローム以上である。
- 11) 硬質磁性膜の残留磁化 M_r は650 [emu/cc] 以上である。
- 12) 硬質磁性膜の保磁力 H_c は2000 [Oe] 以上である。
- 13) 硬質磁性膜の角型比 S は0.9以上である。
- 14) 磁気抵抗効果素子は異方性磁気抵抗効果を示す膜である。
- 15) 磁気抵抗効果素子は第1の磁性層、非磁性層、及び第2の磁性層が積層されてなる磁気抵抗効果膜である。
- 16) 第1の磁性層は前記硬質磁性膜の表面に延在し、前記硬質磁性膜と交換結合している。
- 17) 硬質磁性膜は前記磁気抵抗効果素子の両端面において前記磁気抵抗効果素子と隣接している。

【0018】

上記課題を解決する為に、本発明の第4は、基板の主表面に形成された磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗素子に隣接し、厚さが500オングストローム以下のアモルファス層、金属結晶層及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜とが前記基板の主表面に順次積層されてなる積層膜と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられた再生部と、媒体対向面に形成された磁気ギャップを挟持する一对の磁極層と、この一对の磁極層の磁化反転を起こすコイルとが備えられた記録部とを具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0019】

上記課題を解決する為に、本発明の第5は、基板の主表面に形成されたギャップ層と、このギャップ層の表面に形成された磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗素子に隣接し、アモルファス層、金属結晶層及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜とが前記ギャップ層の表面に順次積層されてなる積層膜と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられた再生部と、媒体対向面に形成された磁気ギャップを挟持する一对の磁極層と、この一对の磁極層の磁化反転を起こすコイルとが備えられた記録部とを具備することを特徴と

する録再一体型磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0020】

上記課題を解決する為に、本発明の第6は、基板の主表面に形成された磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗素子に隣接して形成されたbi-crystal構造の硬質磁性膜と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子とが備えられた再生部と、

媒体対向面に形成された磁気ギャップを挟持する一対の磁極層と、この一対の磁極層の磁化反転を起こすコイルとが備えられた記録部とを具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【0021】

上記課題を解決する為に、本発明の第7は、基板の主表面に順次厚さが500オングストローム以下のアモルファス層、金属結晶層を形成する工程と、前記金属結晶層の表面にCoを構成元素として含む硬質磁性膜を形成する工程と、前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を前記基板の主表面に形成する工程と、

前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドの製造方法を提供する。

【0022】

上記課題を解決するために、本発明の第8は、基板の主表面にギャップ層を形成する工程と、このギャップ層の表面にアモルファス層、金属結晶層を形成する工程と、前記金属結晶層の表面にCoを構成元素として含む硬質磁性膜を形成する工程と、前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を前記ギャップ層の表面に形成する工程と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドの製造方法を提供する。

【0023】

上記課題を解決する為に、本発明の第9は、基板の主表面にbi-crystal構造の硬質磁性膜を形成する工程と、前記基板の主表面に前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を形成する工程と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドの製造方法を提供する。

【0024】

上記課題を解決する為に、本発明の第10は、基板の主表面に順次厚さが500オングストローム以下のアモルファス層、金属結晶層を形成する工程と、前記金属結晶層の表面にC_oを構成元素として含む硬質磁性膜を形成する工程と、前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を前記基板の主表面に形成する工程と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程と、媒体対向面において磁気ギャップを挟持する一对の磁極層を形成する工程と、この一对の磁極層の磁化反転を起こさせるコイルを有する記録部を形成する工程とを具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法を提供する。

【0025】

上記課題を解決する為に、本発明の第11は、基板の主表面にギャップ層を形成する工程と、このギャップ層の表面にアモルファス層、金属結晶層を形成する工程と、前記金属結晶層の表面にC_oを構成元素として含む硬質磁性膜を形成する工程と、前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を前記ギャップ層の表面に形成する工程と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程と、媒体対向面において磁気ギャップを挟持する一对の磁極層を形成する工程と、この一对の磁極層の磁化反転を起こさせるコイルを有する記録部を形成する工程とを具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法を提供する。

【0026】

上記課題を解決する為に、本発明の第12は、基板の主表面にb i - c r y s t a l構造の硬質磁性膜を形成する工程と、前記基板の主表面に前記硬質磁性膜に隣接する磁気抵抗効果素子を形成する工程と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続するリード端子を形成する工程と、媒体対向面において磁気ギャップを挟持する一对の磁極層を形成する工程と、この一对の磁極層の磁化反転を起こさせるコイルを有する記録部を形成する工程とを具備することを特徴とする録再一体型磁気抵抗効果ヘッドの製造方法を提供す

る。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の各実施の形態を説明する。

【0028】

尚、第1の実施の形態及び第2の実施の形態では、本発明の磁気抵抗効果ヘッドに磁気抵抗効果素子の縦バイアス膜として用いる硬質磁性膜についてその構成及び効果を詳細に説明し、続く第3及び第4の実施形態において、本発明の磁気抵抗効果ヘッドの各実施の形態、具体的には交換結合方式及びアバット接合方式についてその構成及び効果を詳細に説明する。

（第1の実施の形態）

図1は本発明の磁気抵抗効果ヘッドの一実施形態を説明するための断面図である。

$Al_2O_3 \cdot TiC$ 等の基板（図示せず）表面にアルミナ膜21等の非磁性ギャップ膜21が膜厚約1000オングストローム程度に形成されている。さらに、この非磁性膜21上に、膜厚20オングストローム程度のCrを含む反応性アモルファス層22、膜厚20オングストローム程度のCrを含む反応性結晶層23、及び膜厚40オングストローム程度のCrからなる結晶層24が形成されている。これら反応性アモルファス層22、反応性結晶層23、及び結晶層24はCoPt膜25等の硬質磁性膜の下地膜26を構成する。

【0029】

CoPt膜25に隣接する磁気抵抗効果素子（図示せず）、及びこの磁気抵抗効果素子の両端に接続されるリード端子（図示せず）等が形成される。

【0030】

反応性アモルファス層22及び反応性結晶層23は、非磁性膜の構成元素を含む。本実施形態では、Al、Oのいずれか一つ又は両者を含み、これらAl、OとCrは反応している。

【0031】

次に、本実施形態の硬質磁性膜の膜形状について説明する。

【0032】

図2及び図3は、本実施形態の断面TEM (Transmission Electron Microscope) 写真、及び本発明者によるこの断面TEM写真のスケッチ図である。Crからなる下地膜26は結晶層24、反応性結晶層23及び反応性アモルファス層22の3層構造であることがわかる。

【0033】

又、図4及び図5に本実施形態の平面TEM写真、及び本発明者によるこの平面TEM写真のスケッチ図を示す。CoPt膜25の平均結晶粒径は500オングストローム以上1000オングストローム以下と大きいものである。結晶粒とはsub-grainからなるmain-grainをさす。このような結晶が得られたのは、アモルファス層22の効果により結晶層23、24の平均粒系が100オングストローム程度以下と微結晶粒化せずに、層の厚さ(20オングストローム)の5倍以上の粒径の大きい結晶が配向性よく形成された為と考えられる。

【0034】

又、このような配向性の高いCr結晶層24が下地に形成されているため、CoPt膜25の形成時にbi-crystal構造が得られたと考えられる。従来の磁気媒体にbi-crystal構造の厚膜を形成する場合には、単結晶基板上に基板を300℃に加熱しながら、スパッタ法等に形成していたが、本実施形態ではこのような熱処理を経ずに得られた。

【0035】

下地膜26の表面の凹凸を、AFM (Atomic Force Microscope) 評価により測定したところ、表面凹凸の最大値Rmaxは8オングストローム以下と平坦性に優れていた。

【0036】

次に、本実施形態の比較例の断面TEM写真及び本発明者によるスケッチ図を図6及び図7に示す。この比較例では、アルミナ41上にアモルファス層のないCrからなる下地膜42、43が形成され、この下地膜上にCoPt膜44が形成される。Crからなる下地膜は反応性結晶層42及び結晶層43からなる。こ

の比較例のCr結晶層43の平均結晶粒径は100～200オングストロームと層の厚さの5倍よりも小さく、又、CoPt膜44との界面凹凸も大きい。この比較例の平面TEM写真及び本発明者によるスケッチ図を図8及び図9に示す。

【0037】

又、CoPt膜25の結晶粒径も100～200オングストロームと小さい。

【0038】

又、電子線回折パターンによる結果からは本実施形態のCoPt膜44とは結晶配向が全く異なっていた。又、CoPt膜44のbi-crystal構造も得られなかった。さらに又、保磁力Hcは600[Oe]と低かった。

【0039】

次に、本実施形態の硬質磁性膜の磁気特性を説明する。

【0040】

このCoPt膜25の保磁力Hcは約2200[Oe]以上、残留磁化Mrは約900[emu/cc]以上と、膜厚が薄いにも関わらず、優れた特性を示した。

【0041】

又、上述のように、硬質磁性膜表面がbi-crystal構造を備え、その角形比Sは0.9以上と高かった。高角形比は、バイアス膜として残留磁化状態に用いる際に好的な硬質磁性膜を与える。

【0042】

これらの優れた特性は基板材料との組み合わせに大きく依存すると考えられる。

【0043】

図11に基板材料と下地金属の組み合わせ、及びその組み合わせと硬質磁性膜の保磁力Hc及び飽和磁化Msの関係を示す。この中で、下地金属に一つの材料を示しているが、上述のように下地金属膜のうち反応性アモルファス層はこれら金属と基板材料の構成元素を含有する。図11からわかるように、保磁力HcはCr、V共にアルミナ基板を用いた場合がもっともよい特性が得られ、これに表面が(100)面のSi、T-SiO₂が続く。又、飽和磁化Msは表面が(1

00)面のSi、Vの組み合わせがもっとも優れ、続いて順に、表面が(100)面のSiとVの組み合わせ、アルミナとVの組み合わせ、 $T-SiO_2$ とCr、又はVの組み合わせである。

【0044】

次に、CoZrNbからなる磁性アモルファス層、非磁性下地金属、及びCoZrNbからなる磁性アモルファス層と強磁性結晶層の組み合わせとその保磁力Hc及び飽和磁化Msとの関係を図10に示す。同じCoZrNbアモルファス層上に、同一の厚さに形成されても、Crを含む下地金属膜と、Vを含む下地金属膜ではVを含む下地金属膜の方が若干飽和磁化に優れる。図10に示す構成の他、CoZrNb等の磁性アモルファス層と、非磁性結晶層の組み合わせ、非磁性アモルファス層と非磁性結晶層の組み合わせ、非磁性アモルファス層の組み合わせ等がある。

【0045】

又、図12にアモルファス膜厚とCr結晶粒径について示す。Crアモルファス層がまったく形成されないと、CoPt膜の保磁力Hc等の磁気特性は劣悪である。一方、Crアモルファス層が形成されていれば、CoPt膜の磁気特性は良好なものであった。

【0046】

さらに又、図13に下地金属膜の主な構成元素と硬質磁性膜の組み合わせ及びその保磁力Hcと飽和磁化Msを示す。これらは、すべて下地金属膜の下層にアルミナをギャップ膜として形成した例である。いずれも良好な値を示すが、特に高Hc、高Mrを両立しているのは下地金属にCr、Vを用いたCo80Pt20膜が好適である。

【0047】

次に、これらの磁気特性の結晶層24の厚さ依存性を図14及び図15に示す。Cr結晶層24が40オングストローム以上であれば、保磁力Hcが2000[Oe]程度、飽和磁化Msが850から950[emu/cc]程度に安定しており、下地膜厚依存性が見えなくなる。

【0048】

次に、本実施形態のCo系硬質磁性膜の形成方法を図1を用いて説明する。

【0049】

まず、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板（図示せず）上にアルミナ層21をスパッタ法等により膜厚1000オングストロームに形成し、成膜室を大気開放した後、別のスパッタ装置を用いてアルミナ層21表面を200W以上の強い電界を印加してArイオン、Krイオン、Xeイオン、Heイオン等の不活性ガスによりスパッタエッチングする。この後、Crターゲットを用いて膜厚50オングストロームのCr層ができるように設定してRF（Radio Frequency）マグネトロンスパッタ法によりCr層を形成する。この際に基板を加熱しなくても、上述の優れた特性が得られた。但し、以上の工程に加えて基板加熱することが好ましい。このスパッタを行った後のアルミナ膜表面にはアルミナ膜側より準に、上述の反応性アモルファス層22、反応性結晶層23、及び結晶層24が形成された。続いて、CoPt膜25をDC（Direct Current）マグネトロンスパッタ法により220オングストローム厚程度に形成して、本発明の薄膜磁気ヘッドの縦バイアス層として用いる硬質磁性膜が得られる。

【0050】

この後、磁気抵抗効果膜、この膜の両端に接続されるリード端子等を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0051】

アモルファス層を得る方法は多数あるが、最も簡便に得る方法はアルミナ等の下層に形成された膜表面を高いエッチングパワーでスパッタすることである。このスパッタエッチングパワー[W]とアモルファス層の膜厚の関係を図16に示す。一種類の金属（Cr）を一定時間（3分間）スパッタしているにもかかわらず、アルミナへのスパッタエッチングパワーを強めることにより、反応性アモルファス層の膜厚を制御でき、特に、パワーを200W以上とすることで、一定（約20オングストローム）の膜厚が得られることがわかる。

【0052】

又、図17にはアモルファス層の厚さとCoPt膜25の保磁力 H_c の関係を示した。

【0053】

又、スパッタエッチングパワーとCoPt膜25の保磁力 H_c [Oe] との関係を図18に、 M_s [emu/cc] の関係を図19に示す。アモルファス層が20オングストローム程度に形成される(図16参照)と、保磁力 H_c 、残留磁化 M_r も十分高くなるといえる。

【0054】

又、図20にスパッタエッチングパワーとCoPt膜25の表面凹凸(R_{max} [オングストローム]) の関係を示す。スパッタエッチングパワーを制御することによりアモルファス膜厚を制御でき、その結果、CoPt膜の表面凹凸を低減できることがわかる。

【0055】

又、スパッタエッチングパワーとCr結晶層24及びCoPt膜25のsub-grain結晶粒径の関係をそれぞれ図21及び図22に示す。スパッタエッチングパワーを200[W]以上とすることで、アモルファス層が形成され、その結果、Cr結晶層24の結晶粒径は大きくなり、これに伴いCoPt膜25の粒径も大きくなることがわかる。

【0056】

又、図23に示すように、CoPt膜25にはbi-crystal構造が形成されていることがわかる。

【0057】

又、図24に示すように、高保磁力2200 [Oe] にも関わらず、CoPt膜25の角形比 S も0.9以上と高い値が得られている。main-grainの粒の孤立化が悪い連続膜にもかかわらず、bi-crystal構造によって、面内での高い結晶磁気異方性をもつsub-grainがそれぞれ直交した構造が得られ、隣接するmain-grainの磁化反転を受け難いことにより、高角型比が得られらた。又、sub-grainの H_k が高いことにより、感磁層と硬質磁性層接合界面で、交換結合しているときに、感磁層の磁化反転による硬質磁性層の磁化方向が容易に反転することはない。これはバルクハウゼンノイズを抑制する。

【0058】

次に、スパッタエッチングパワーとCr反応性結晶層24の厚さとの関係を図25に示す。スパッタエッチングパワーを200W以上とすれば、反応性結晶層23の膜厚を薄膜化できることがわかる。

【0059】

次に、CoPt膜25の保磁力 H_c [Oe] のスパッタ時の到達真空度（背圧）依存性を図26に示す。CoPt膜25を形成する際の背圧が 10^{-5} [Torr] と悪くても高い保磁力が安定して得られる。

（第2の実施の形態）

図27は本発明の磁気抵抗効果ヘッドの他の実施形態を説明するための断面図である。

【0060】

$Al_2O_3 \cdot TiC$ 等の基板（図示せず）上にアルミナ膜51等の非磁性膜が膜厚約1000オングストローム程度に形成され、さらにこの非磁性膜51上に、膜厚20オングストローム程度のCoZrNbアモルファス層52、膜厚40オングストローム程度のCoZrNb結晶層53、膜厚220オングストローム程度のCoPt膜54が形成されている。CoZrNbアモルファス層の形成は、スパッタターゲットであるCoZrNb中のCoの含有率を90%未満、CoZrNb結晶層の形成にはCoの含有率を90%以上のCoZrNbターゲットを用いた。これらアモルファス層52、及び結晶層53はCoPt膜54等の硬質磁性膜の下地膜55を構成する。CoPt膜54の表面には磁気抵抗効果素子（図示せず）、及びこの磁気抵抗効果素子の両端に接続されるリード端子（図示せず）等が形成される。

【0061】

アモルファス層52は、その構成元素に非磁性膜の構成元素を含む。本実施形態では、アルミナの構成元素であるAl、Oのいずれか一つ又は両者を含み、これらAl、OとCrは反応している。

【0062】

この実施形態の硬質磁性膜を断面TEM (Transmission Ele

electron Microscope) 写真により観察したところ、下地膜55が結晶層53、及びアモルファス層52の2層構造であることがわかった。又、CoPt膜54の表面を平面TEM写真により観察したところ、CoPt膜54の平均結晶粒径は500オングストローム以上1000オングストローム以下と大きかった。このような結晶が得られたのは、アモルファス層52の効果により結晶層53の粒系が100オングストローム程度以下に微結晶粒化せずに、膜よりもはるかに大きい径で配向性よく形成された為と考えられる。このような配向性の高い結晶層53によりb i - c r y s t a l構造のCoPt膜54が得られた。

【0063】

次に、本実施形態の硬質磁性膜の特性について説明する。

硬質磁性膜の保磁力は2200 [Oe] 程度、残留磁化Mrは900 [emu/cc] と膜厚60オングストロームと薄いにも関わらず、優れた特性を示した。

【0064】

又、アモルファス層52によりCoPt硬質磁性膜54の保磁力Hc及び残留磁化Mrの下地膜厚依存性が小さくなる。又、結晶層24が40オングストローム以上であれば、下地膜厚依存性がほとんど見えなくなり、安定性した磁気特性が得られた。CoPt膜の角形比Sは0.9以上と高いものが得られたと考えられる。このような高角形比はCoPt硬質磁性膜をバイアス膜として残留磁化状態で用いる際に特に好ましい。

【0065】

次に、本実施形態の形成方法を図27を用いて説明する。

【0066】

まず、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板(図示せず)上にアルミナ膜51をスパッタ法等により膜厚1000オングストロームに形成し、成膜室を大気開放した後、別のスパッタ装置を用いてアルミナ膜51表面をArイオン、Krイオン、Xeイオン、Heイオン等の不活性ガスによりスパッタエッチングする。この後、CoZrNbターゲットを用いてRF (Radio Frequency) マグネト

ロンスパッタ法によりCoZrNbアモルファス層を形成する。続いて、上述のCo含有率のターゲットを用いて、結晶層53を形成した。続いて、CoPt膜54をDC(Direct Current)マグネトロンスパッタ法により220オングストローム厚程度に形成して、本実施形態のCo系硬質磁性膜が得られる。この後、磁気抵抗効果膜、この膜の両端に接続されるリード端子等を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

(第3の実施形態)

図28(a)乃至図28(c)は第3の実施形態である交換結合方式の磁気抵抗効果ヘッドの要部断面図である。

【0067】

本実施形態では、 $Al_2O_3 \cdot TiC$ 基板60の主表面にシールド層60'が形成され、このシールド層上にアルミナ61が形成され、このアルミナ61の部分領域にCrを含む反応性アモルファス層62及びCr結晶層63からなる下地金属膜とCoPt膜等の硬質磁性膜64が形成されている。これらアルミナ61、Crからなる反応性アモルファス層62、反応性結晶層62'、Cr結晶層63、CoPt硬質磁性膜64は第1の実施形態に記載したものと同一の条件及び同一の工程により形成したものである。磁気抵抗効果膜65は、例えばスピバルブ構造であり、CoPt膜64、及びCoPt膜64に挟まれた開口部に延在して形成されており、CoPt膜64と磁気抵抗効果膜の磁性層は交換結合している。この磁気抵抗効果膜64の両端にはリード端子66が形成され基板60の表面はアルミナ等の絶縁保護膜67により被覆されている。

【0068】

スピバルブ構造は図28(b)の断面図に示すように、基板側から順に、膜厚約100オングストロームのCoZrNb層、膜厚約20オングストロームのNiFe層、膜厚約30オングストロームのCoFe層、膜厚約30オングストロームのCu層、膜厚約20オングストロームのCoFe層、膜厚約80オングストロームのIrMn層、及び膜厚約100オングストロームのTa層が積層された膜である。又、リード配線配線66は図28(c)のように磁気抵抗効果膜側から順に、Ta層、Cu層、及びTa層の積層構造である。

【0069】

本実施形態では、硬質磁性膜の保磁力 H_c が高いので、上述の低浮上、接触走行に適する。特に、本実施形態の交換結合方式では、磁気抵抗効果ヘッドの保磁力 H_c は硬質磁性膜の保磁力よりも低くなる（図39参照）。この点において、本発明に適用される保磁力 H_c の高い硬質磁性膜は好適といえる。

【0070】

従来の飽和磁化 M_s の小さい硬質磁性膜では磁気抵抗効果膜の感磁層との交換結合により硬質磁性膜と感磁層の全体の保磁力 H_c は硬質磁性膜の膜厚が200オングストロームで800[Oe]以下であった。しかし、本実施形態の硬質磁性膜は保磁力 H_c が2200[Oe]、飽和磁化 M_s が900[emu/cc]といずれも高く、200オングストロームの膜厚でも、硬質磁性膜と感磁層が交換結合した全体の保磁力 H_c として1100[Oe]程度が得られる。

【0071】

さらに、本実施形態によれば、残留磁化 M_r が約800[emu/cc]と大きく、角形比 S も0.9以上と大きい為、磁気記録媒体の磁界の影響を受け難く、安定して大きなバイアス磁界が得られる。本実施形態の高磁性膜に $-400 \sim +400$ [Oe]の交流磁界を媒体からの磁界方向と同じ方向に加えた高磁性膜の M_r の劣化量を図29に示す。角形比 S が大きいことにより、高磁性膜の残留磁化 M_r の長期信頼性も著しく向上することがわかる。

【0072】

本実施形態では、COPt膜64を形成後にイオンミリング等によりこのCOPt膜、及び下地膜の部分領域を除去し、アルミナ61の表面を露出した開口、及びCOPt膜64上に磁気抵抗変化膜65が形成される。イオンミリングにより露出したアルミナの表面はCOPt膜の表面凹凸が転写されるが、本発明による硬質磁性膜では表面凹凸は上述のように小さく、従って転写による凹凸は小さいので、この上に形成された磁気抵抗効果膜65の磁気特性に与える影響は小さい。

【0073】

図30に本実施形態による磁気抵抗効果膜と、この比較例としてイオンミリン

グ前にC o P t 膜表面にスパッタにより表面凹凸 (R_{max}) を形成した後、アルミナを露出させて形成した、本実施形態と同一構成の磁気抵抗効果膜について、感磁層の困難軸方向の保磁力 H_c 、及び感磁層と固着層との層間結合磁界 H_{in} と、その表面凹凸 R_{max} との関係を示す。バイアス点設計に影響をきたす層間結合磁界 H_{in} は表面凹凸 R_{max} が10オングストローム以下であれば十分低く抑えられることがわかる。この H_c や H_{in} はバルクハウゼンノイズの発生に直接影響を与え、それぞれ2 [Oe] 以下、10 [Oe] 以下であることが好ましい。

【0074】

次に、結晶層の厚さと感磁層困難軸方向の保磁力 H_c 及び層間結合磁場 H_{in} の影響を図31に示す。厚さが薄いとミリング後の表面荒れは抑制できる。従って、スピンバルブ膜の H_c 、 H_{in} が抑制できることがわかる。このように磁気特性が向上することにより、バルクハウゼンノイズの発生確率は図32に示すように、60オングストローム程度の薄い膜でもっとも低いことがわかる。

又、交換結合方式において、下地金属膜の膜厚が厚いと硬質磁性膜との接合領域に段差が大きくなり、感磁性層へのバイアスが弱くなるが、本実施形態のように薄く、高飽和磁化 M_s の硬質磁性膜によれば、保磁力 H_c の低下を防ぐ為にいたずらに厚膜化する必要はなく、したがって、段差による感磁層への実効バイアスの低下という問題は防止できる。

【0075】

以上説明した磁気抵抗効果ヘッドは、薄膜磁気ヘッドの再生部を構成し、この再生部と一体に記録部を形成することで、録再一体型磁気抵抗効果ヘッドにも適用できる。

(第4の実施形態)

本実施形態の磁気抵抗効果ヘッドは第2の実施形態で説明した硬質磁性膜をハードバイアス膜として用い、図33に示すように、磁気抵抗効果膜86の両端面において硬質磁性膜84と隣接するアバット接合方式である。又、再生部上には下部磁気コアを構成する磁極層89、磁気ギャップ90、及び上部磁気コアを形成する磁極層91が備えられた記録部93が再生部と一体に形成されている。

本実施形態の効果は交換結合方式固有の効果を除いて、第3の実施の形態と同様にえられる。

【0076】

次に、本実施形態のアバット接合方式特有の効果の説明する。

【0077】

本実施形態では、硬質磁性膜が高い残留磁化 M_r を示すことにより、感磁層に十分なバイアスを印加するに必要な $M_r \times t$ を得るための膜厚 t は薄い。従って、反強磁性膜による一方向異方性磁界 H_{ua} を弱める余計な硬磁性バイアスは低減できる。従って、低 M_r でいたずらに硬質磁性膜厚 t を厚くし、反強磁性膜、固着層の硬質磁性膜の膜中心が近接することにより、ノイズが増大するような問題はない。

【0078】

これらの効果に加えて、本実施形態の接合方式では、下地金属膜の膜厚が薄く、感磁層の端部への非磁性金属膜付着を低減でき、効率的なバイアス印加を助けることができる。

【0079】

又、アバット接合方式では、狭ギャップ長の場合に、硬質磁性膜残留磁化 $M_r \times$ 硬質磁性膜厚 t （第3の実施形態の交換結合バイアス方式の場合は残留磁化 $M_r \times$ 硬質磁性膜厚 $t +$ 感磁層飽和磁化 $M_s \times$ 感磁層膜厚 t ）が同じでも、残留磁化 M_r によりバルクハウゼンノイズ発生確率は変化する。図34及び図35に $M_r \times t$ が $3.0 [\text{memu}/\text{cm}^2]$ での一定条件でバルクハウゼンノイズ発生確率[%]と下地金属結晶層の膜厚及び残留磁化 M_r の関係を示す。これらの図から、高 M_r の硬質磁性膜を用いることにより同じ $M_r \times t$ でも低 M_r の場合と比べて、より効率的にバイアスが加えられ、大幅にバルクハウゼンノイズを低減できることがわかる。

【0080】

尚、上述の第3及び第4の実施形態ではMR膜として、スピバルブ型GMR膜をあげたが、これに限らず、外部磁界を感知して抵抗が変化する膜であり、 Fe/Cr や Co/Cu 等のように、強磁性膜と非磁性膜を交互に積層してなる多

層膜、いわゆる人工格子膜を用いたMRエレメントについて適用できる。又、異方性磁気抵抗効果を示すNiFe合金（パーマロイ）等のAMR膜を用いても、上述の効果が得られる。

【0081】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明による磁気抵抗効果ヘッド及び録再一体型磁気抵抗効果素子は高い保磁力、飽和磁界、角型比等を有する硬磁性膜を縦バイアス膜、或いは磁区制御膜として用いることでバルクハウゼンノイズの発生を有効に低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態を説明するための断面図である。

【図2】

第1の実施の形態の断面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真である。

【図3】

第1の実施の形態の断面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真のスケッチ図である。

【図4】

第1の実施の形態の平面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真である。

【図5】

第1の実施の形態の平面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真のスケッチ図である。

【図6】

第1の実施形態の比較例の断面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真である。

【図7】

比較例の断面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真のスケッチ図である。

【図8】

比較例の平面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真である。

【図9】

比較例の平面の透過型電子顕微鏡による顕微鏡写真のスケッチ図である。

【図10】

第1の実施の形態の磁気特性を示す図である。

【図11】

第1の実施の形態の磁気特性を示す図である。

【図12】

第1の実施の形態の磁気特性を示す図である。

【図13】

第1の実施の形態の磁気特性を示す図である。

【図14】

第1の実施形態の下地金属膜の結晶層の厚さと保磁力 H_c の関係を示す特性図である。

【図15】

第1の実施形態の下地金属膜の結晶層の厚さと飽和磁化 M_s の関係を示す特性図である。

【図16】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーとアモルファス層厚の関係を示す図である。

【図17】

第1の実施形態におけるアモルファス層厚と保磁力 H_c の関係を示す図である。

【図18】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーと保磁力 H_c の関係を示す図である。

【図19】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーと飽和磁化 M_s の関係を示す図である。

【図20】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーと表面凹凸の関係を示す図である。

【図21】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーとCr結晶層の粒径との関係を示す図である。

【図22】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーとCoPt膜の結晶粒径との関係を示す図である。

【図23】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーとb i - c r y s t a l構造の結晶粒径との関係を示す図である。

【図24】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーと角型比との関係を示す図である。

【図25】

第1の実施形態におけるスパッタエッチングパワーと反応性結晶層の関係を示す図である。

【図26】

背圧と保磁力 H_c の関係を示す図である。

【図27】

本発明の第2の実施の形態を説明するための断面図である。

【図28】

本発明の第3の実施の形態を説明するための断面図である。

【図29】

第3の実施の形態の磁気特性を説明するための図である。

【図30】

第3の実施の形態のスピンバルブ膜の感磁層の困難軸方向の保磁力 H_c 、層間結合磁界 H_{in} を説明するための図である。

【図31】

第3の実施の形態の結晶層厚と磁気特性の関係を示す図である。

【図32】

第3の実施の形態の結晶層厚とバルクハウゼンノイズの関係を説明するための図である。

【図33】

本発明の第4の実施の形態を説明するための断面図である。

【図34】

第4の実施の形態の結晶層厚とバルクハウゼンノイズの関係を示す図である。

【図35】

第4の実施の形態の残留磁化 M_r とバルクハウゼンノイズの関係を示す図である。

【図36】

本発明の従来技術の説明するための断面図である。

【図37】

バルクハウゼンノイズについて説明するための断面図である。

【図38】

硬磁性膜と感磁性膜を積層したときの硬磁性膜の特性を説明するための図である。

【符号の説明】

4、21、41、61、85…非磁性膜

5、24、44、64…硬質磁性膜

6、65、86…磁気抵抗効果膜

22、62…アモルファス層

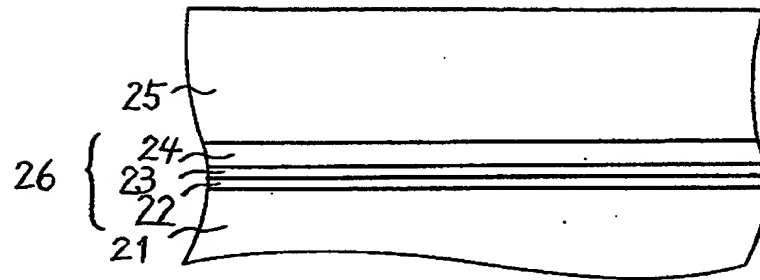
23…反応性結晶層

24、63…結晶層

【書類名】

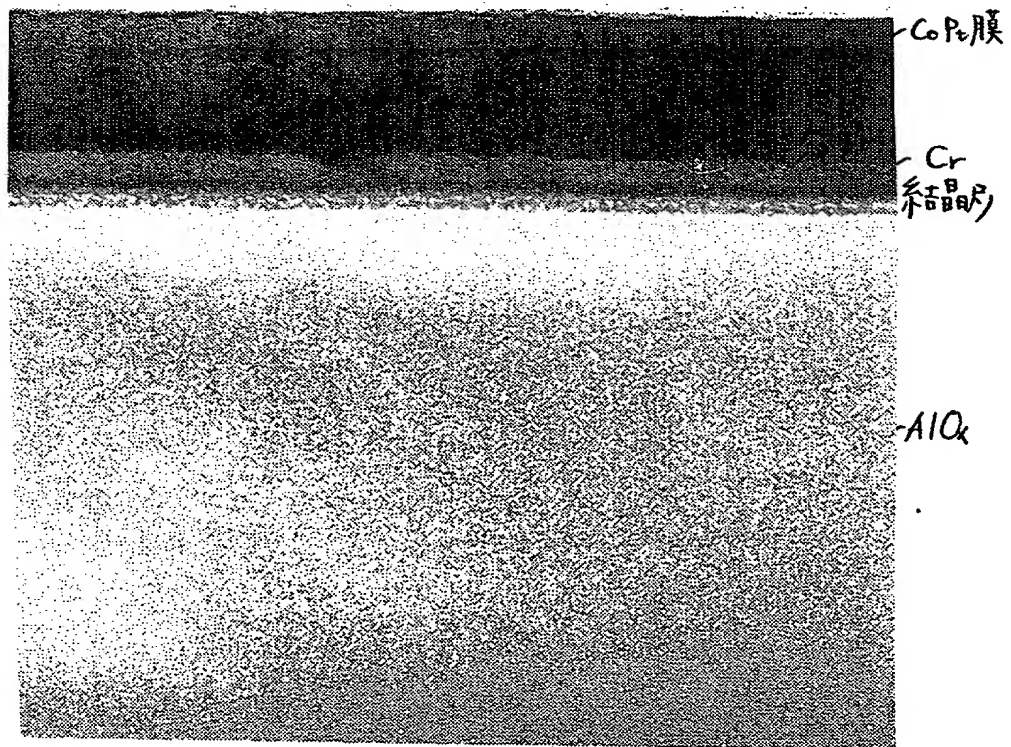
図面

【図1】



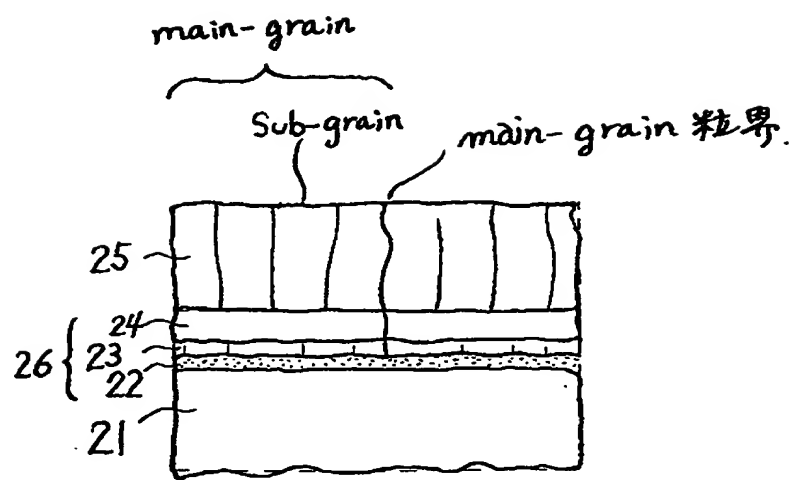
【図2】

図面代用写真



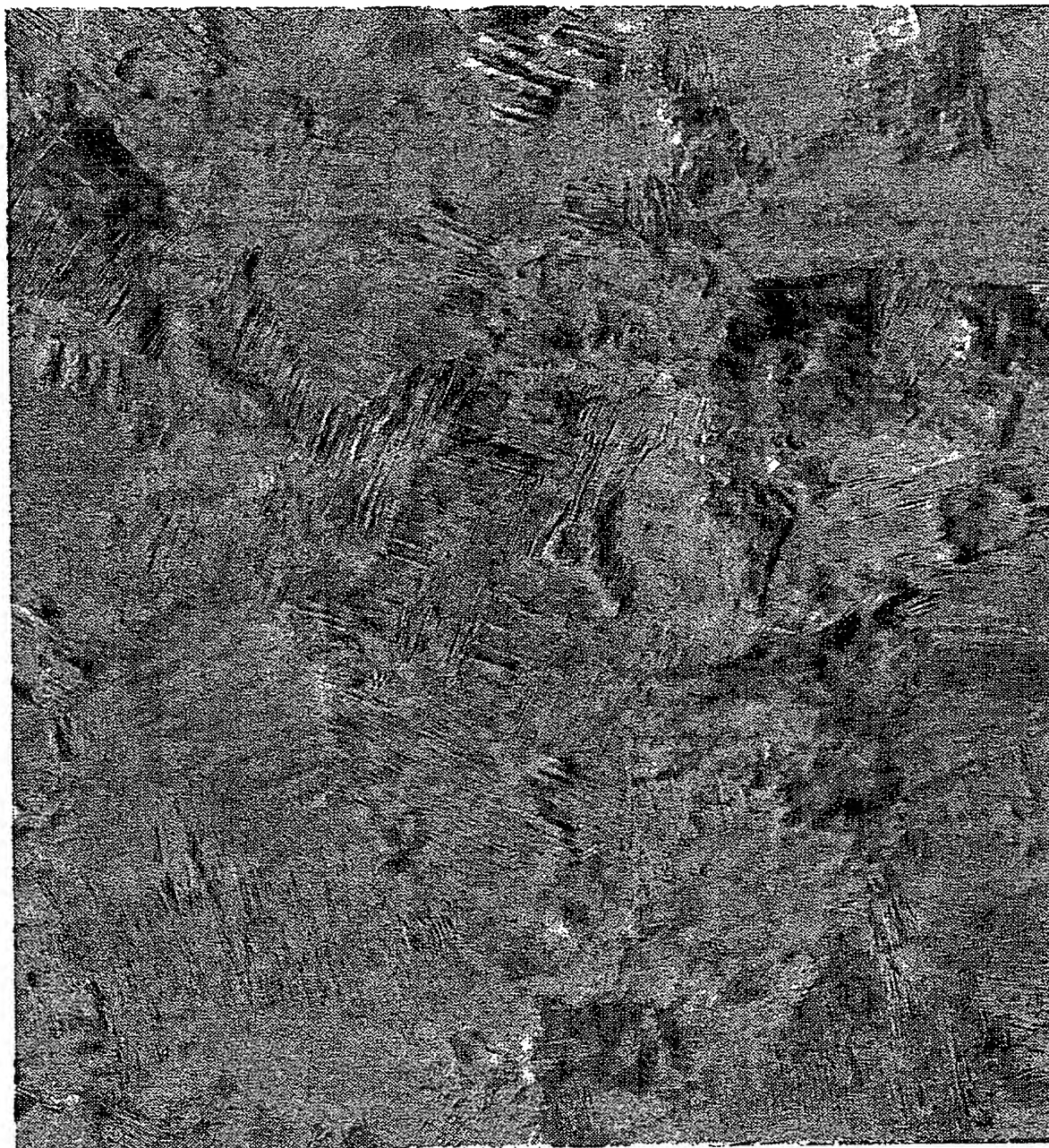
倍率: $\times 100$ 万

【図3】



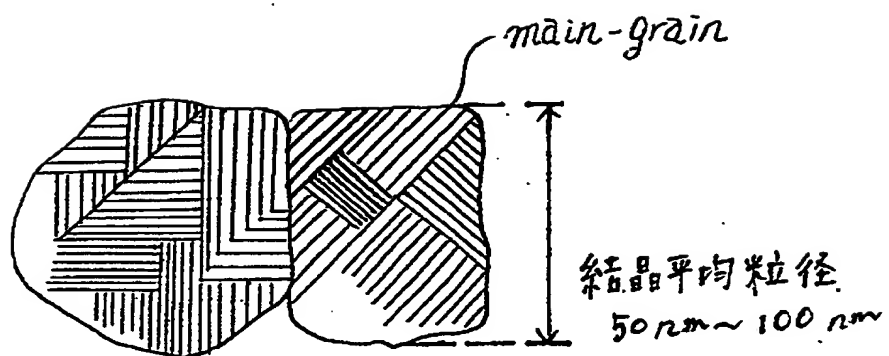
【図4】

図面代用写真



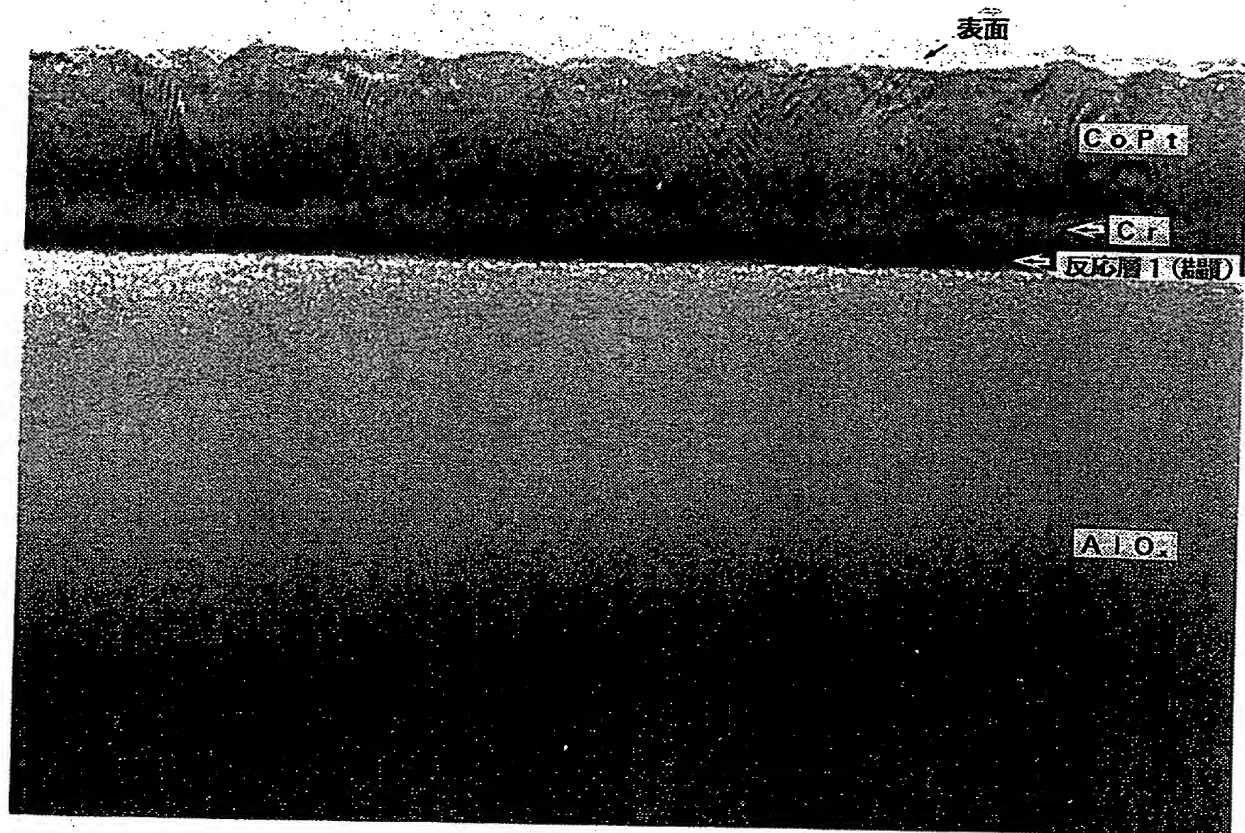
20 nm

【図5】



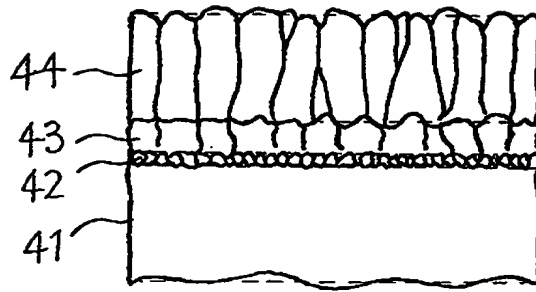
【図6】

図面代用写真



倍率: ×100万

【図7】



・Hc小

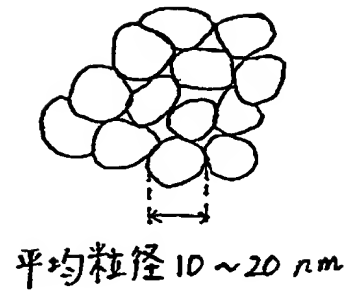
【図8】

図面代用写真



20 nm

【図9】



【図10】

アモルファス層	結晶層	硬磁性膜	H_c [Oe]	M_s [emu/cc]
CoZrNb 20Å	Cr 50Å	CoPt 200Å	1700	700
"	V 50Å	"	1700	720
CoZrNb 20Å	Co ₉₀ (ZrNb) ₁₀	"	1500	700
CoZrNb 20Å	Co ₉₅ (ZrNb) ₅	"	1500	720
CoZrNb 20Å	CoCr	"	1800	750

【図 1 1】

基 板	下地金属	H_c (Oe)	M_s (emu/cc)
$AlO_x 1000\text{\AA}$	Cr	2200	900
T- SiO_2		1000	820
Si(100)		2000	910
$AlO_x 1000\text{\AA}$	V	2200	910
T- SiO_2		1000	820
Si(100)		2000	920

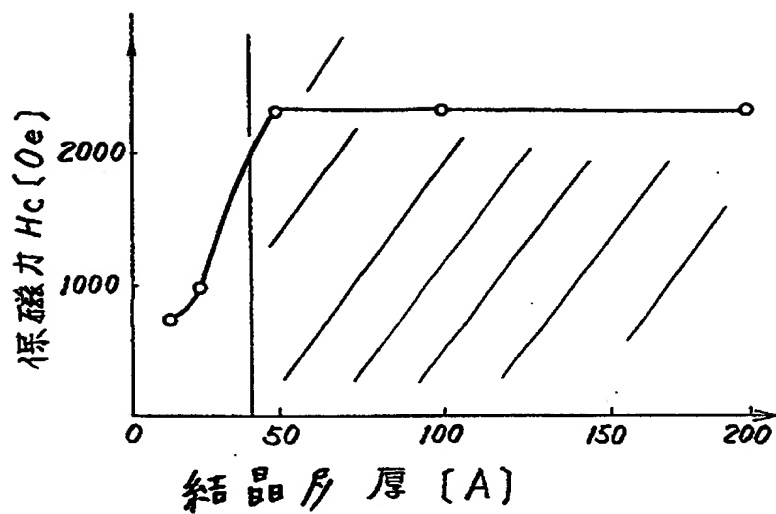
【図12】

Cr下地アモルファス厚	結晶配向	Cr結晶粒径	Cr上に成膜されたCoPt
0	bcc	10 ~ 20 nm	X
20	bcc	50 ~ 100 nm	◎

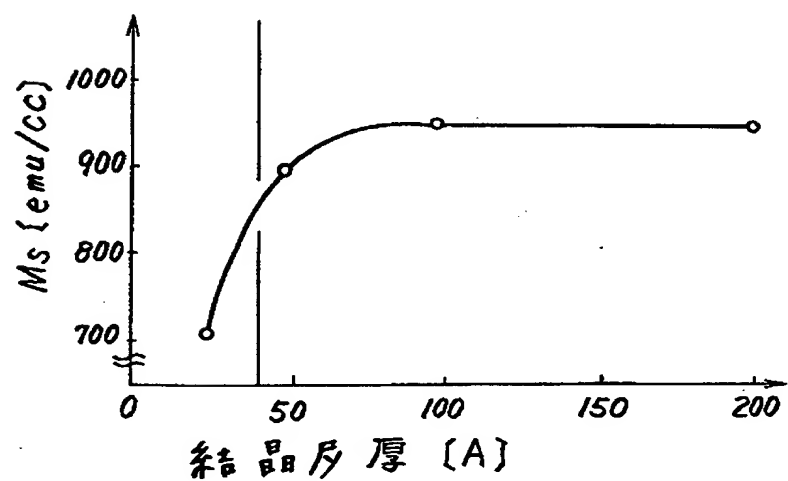
【図13】

下地金属	硬磁性膜	Hc (Oe)	Ms (emu/cc)
Cr	Co ₈₀ Pt ₂₀	2200	900
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Pt ₁₂	2500	720
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₁₂	2500	700
V	Co ₈₀ Pt ₂₀	2200	920
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Pt ₁₂	2500	740
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₁₂	2500	710
Cr	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₈ Pt ₄	2550	720
V	"	2560	740
Ti Cr	Co ₈₀ Pt ₂₀	2000	850
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Pt ₁₂	2200	780
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₁₂	2200	750
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₈ Pt ₄	2200	750
Cr V	Co ₈₀ Pt ₂₀	2200	900
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Pt ₁₂	2300	800
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₁₂	2300	780
	Co ₇₅ Cr ₁₃ Ta ₈ Pt ₄	2400	780
Ti	Co ₈₀ Pt ₂₀	1800	720
Ta	"	1800	720
W	"	1800	700
Al	"	2200	780
Zr	"	2000	720
Nb	"	1800	700
Hf	"	1800	700
Mo	"	1800	700

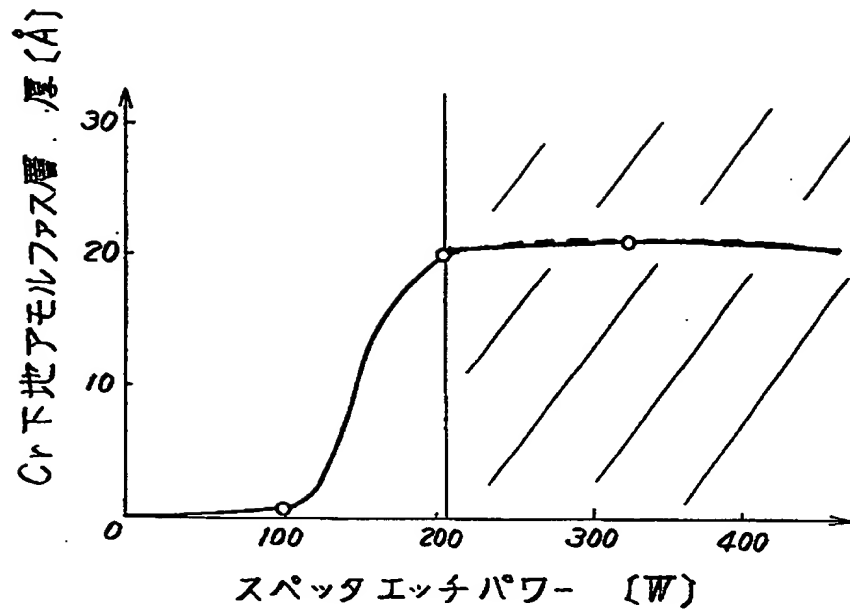
【図14】



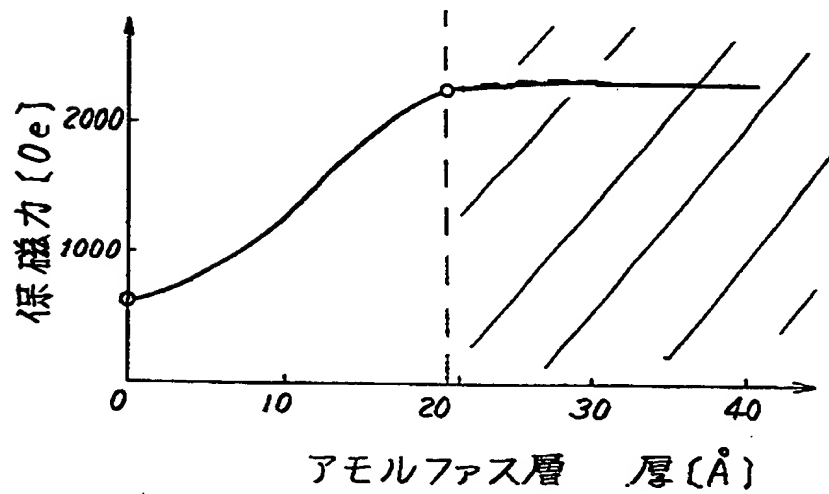
【図15】



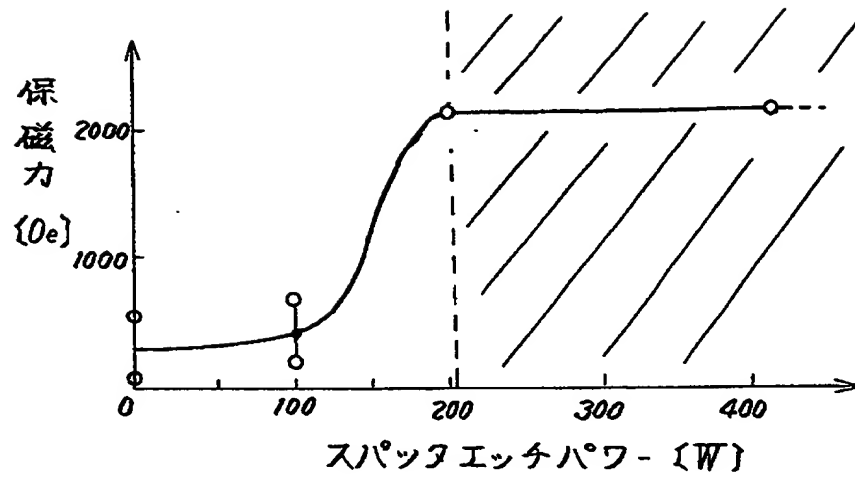
【図16】



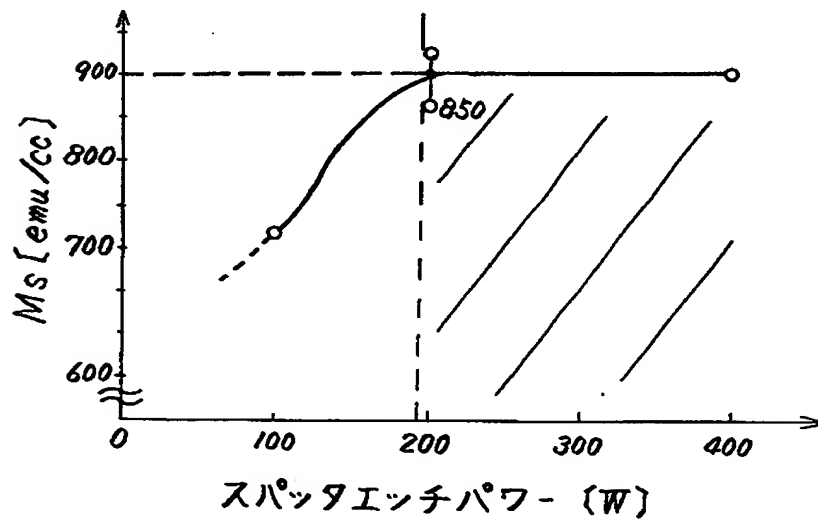
【図17】



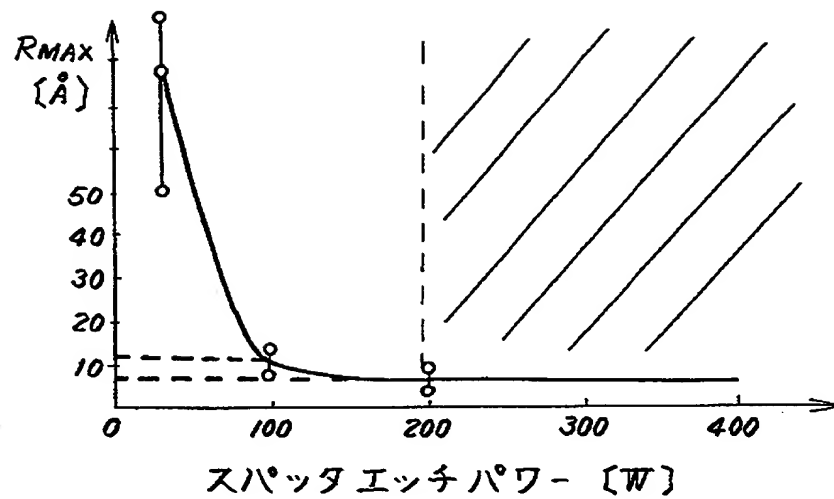
【図18】



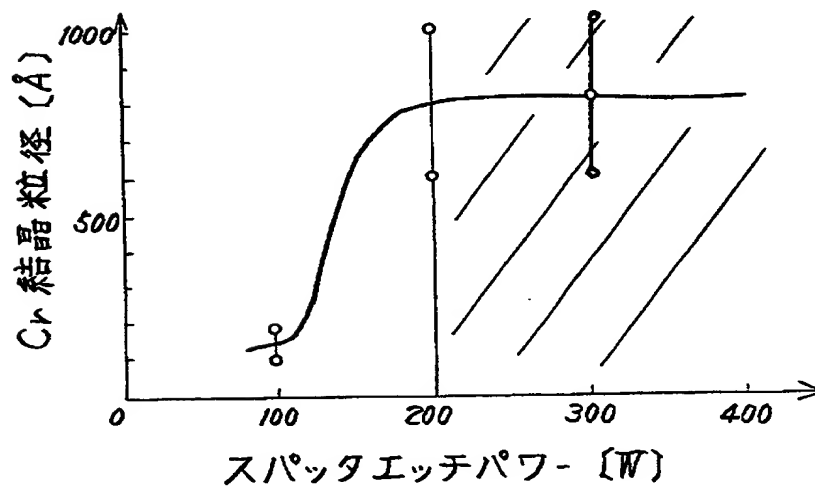
【図19】



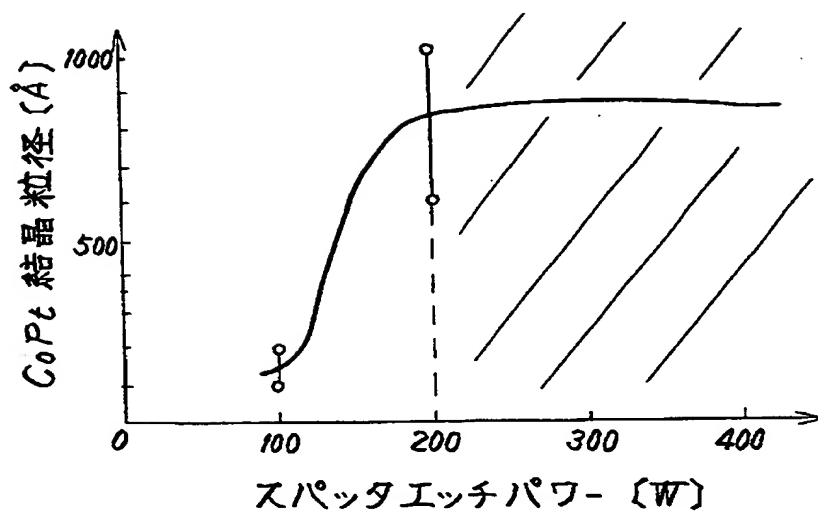
【図20】



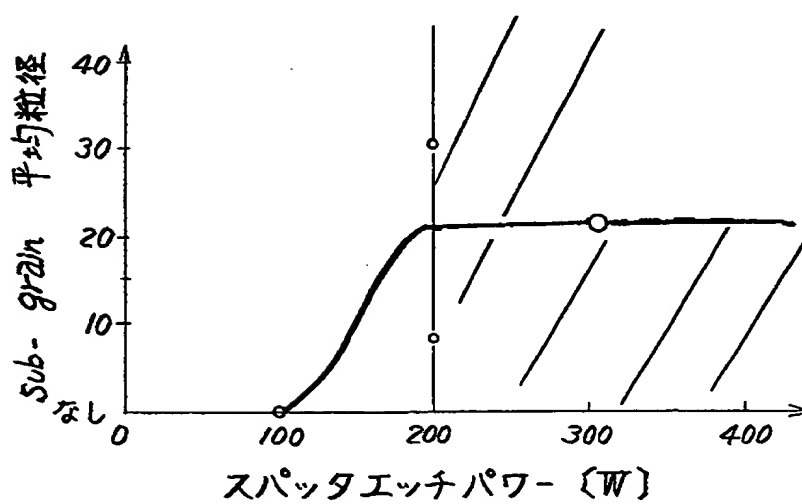
【図21】



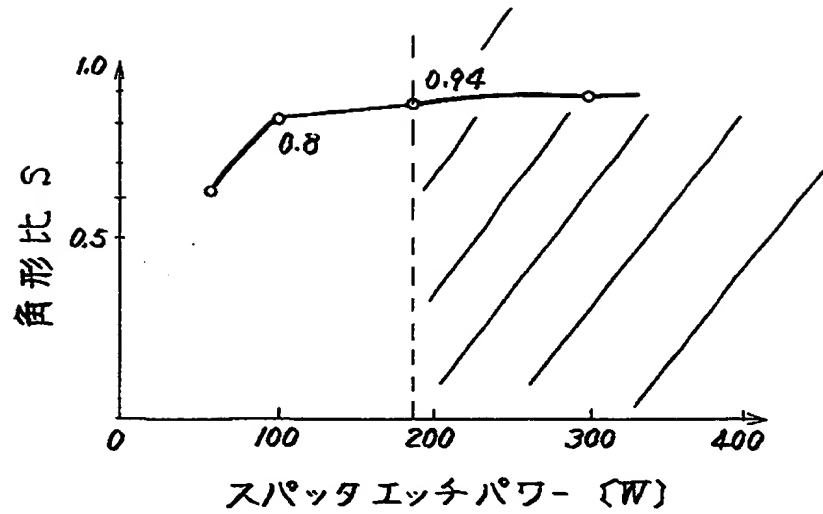
【図22】



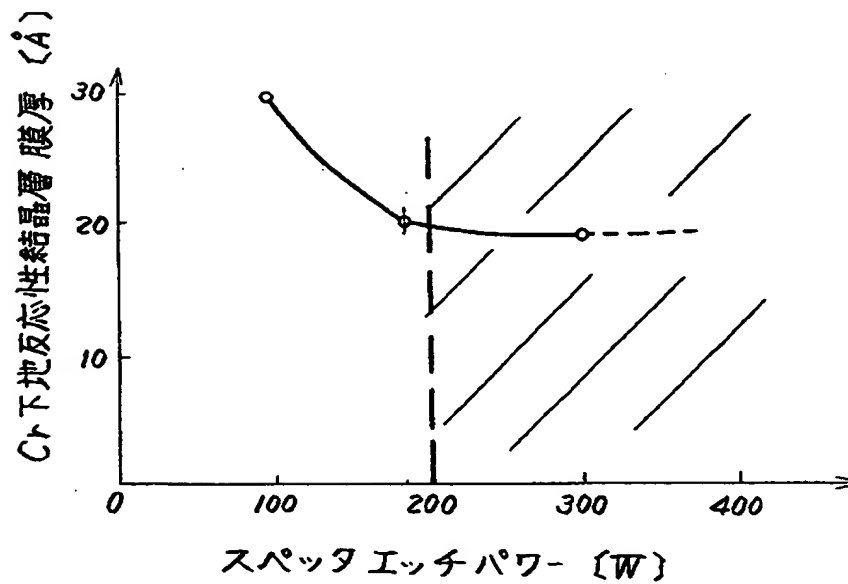
【図23】



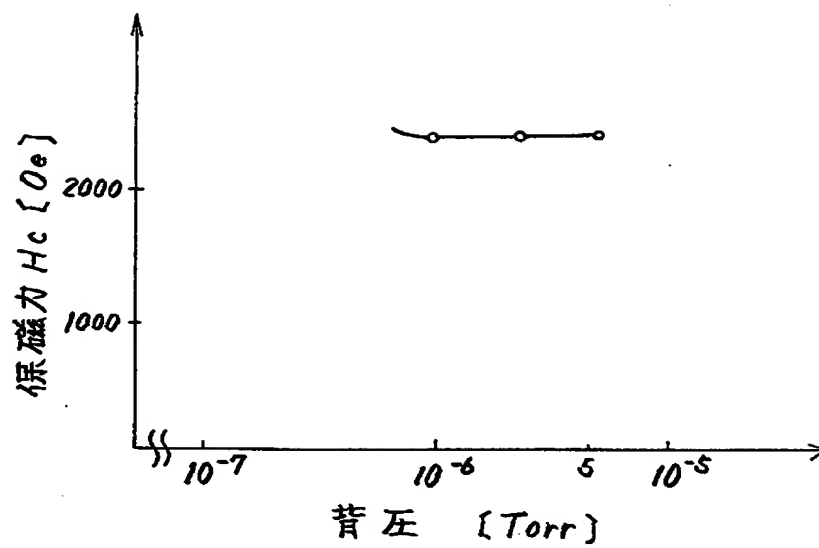
【図24】



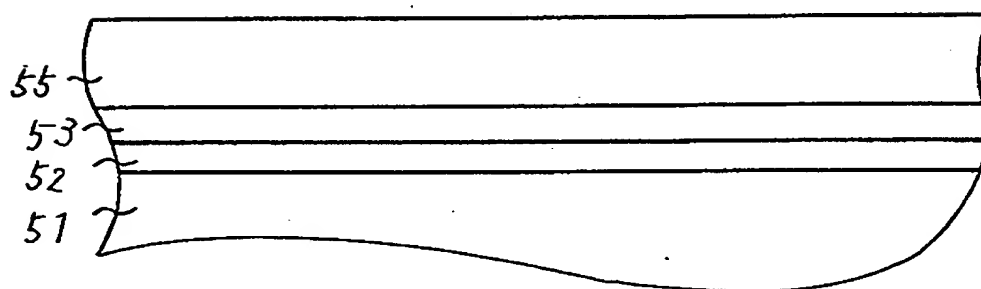
【図25】



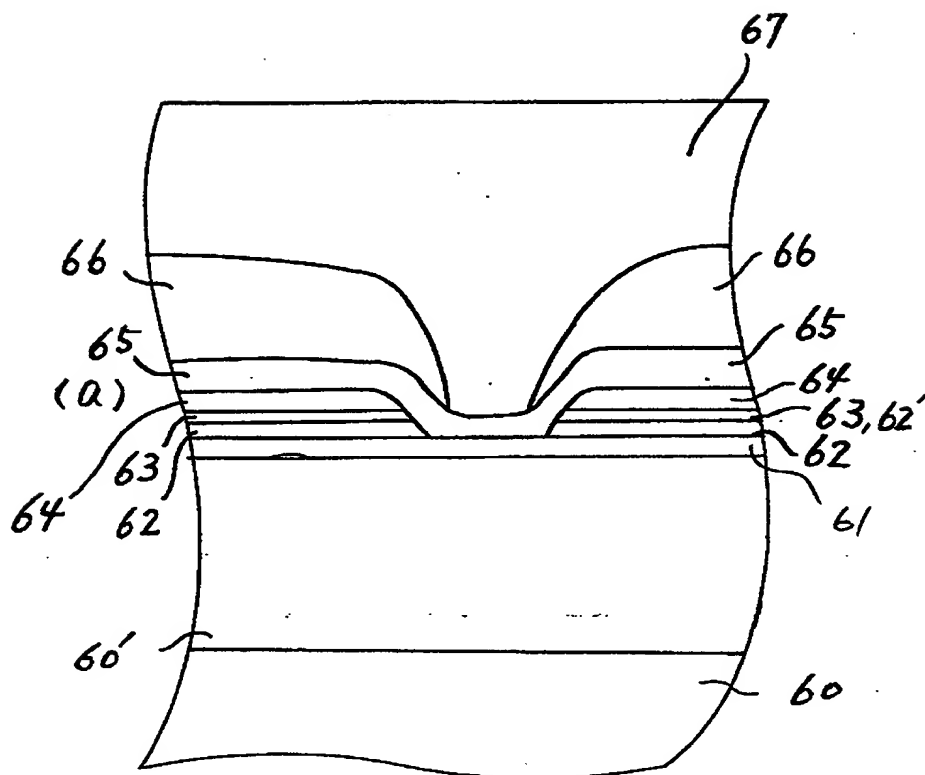
【図 2 6】



【図 2 7】



【図28】



(b) S.V
65

Ta	100 Å
IrMn	80 Å
CoFe	20 Å
Cu	30 Å
CoFe	30 Å
NiFe	20 Å
CoZrNb	100 Å

(c) リード
66

Ta	100 Å
Cu	600 Å
Ta	100 Å

【図29】

	(角型比S) 0.9 本発明の 硬磁性膜	(角型比S) 0.8 図9. 図10の 比較硬磁性膜
着磁後の 初期 M_r	800 emu/cc	600 {emu/cc}
交流磁界 印加後の M_r	800 emu/cc	520 {emu/cc}

【図30】

ミリング前の CoPt 膜 表面の凹凸 $R_{max}[\text{\AA}]$	H_c	H_{in}
8	0.1	3.9
80	3	11

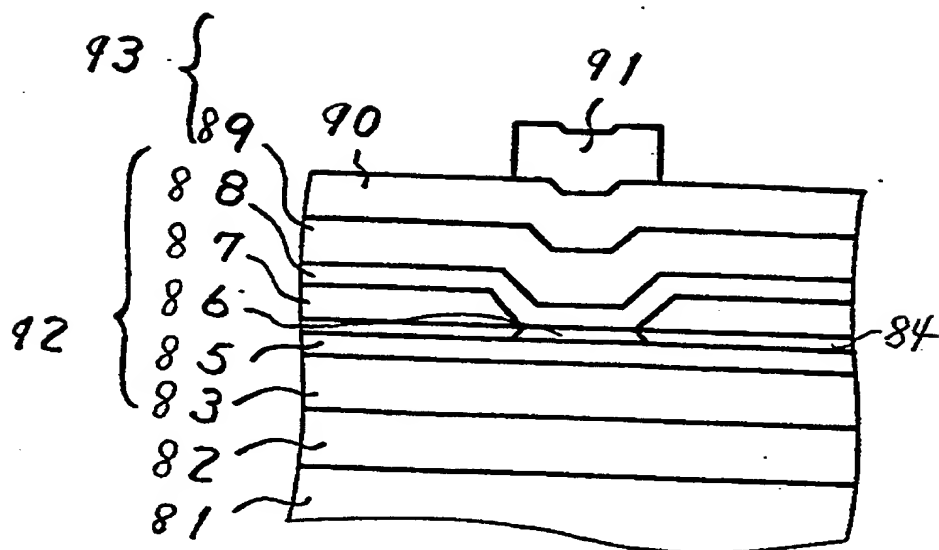
【図31】

結晶片 Cr 厚	硬磁層困難軸 方向の H_c [Oe]	層間結合磁場 H_{in} [Oe]
0 Å	0.1	3.9
200 Å	1.0	

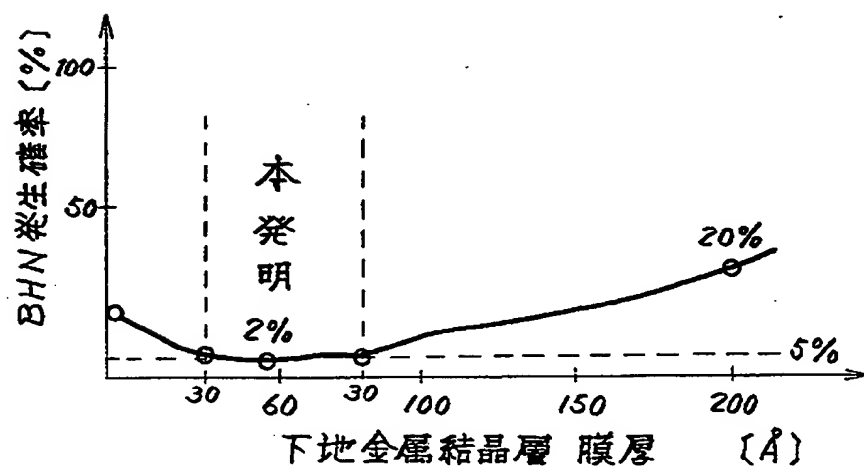
【図32】

硬磁性膜の 下地Cr 結晶層膜厚	BHN発生確率
0 Å	15 %
60 Å	2 %
200 Å	15 %

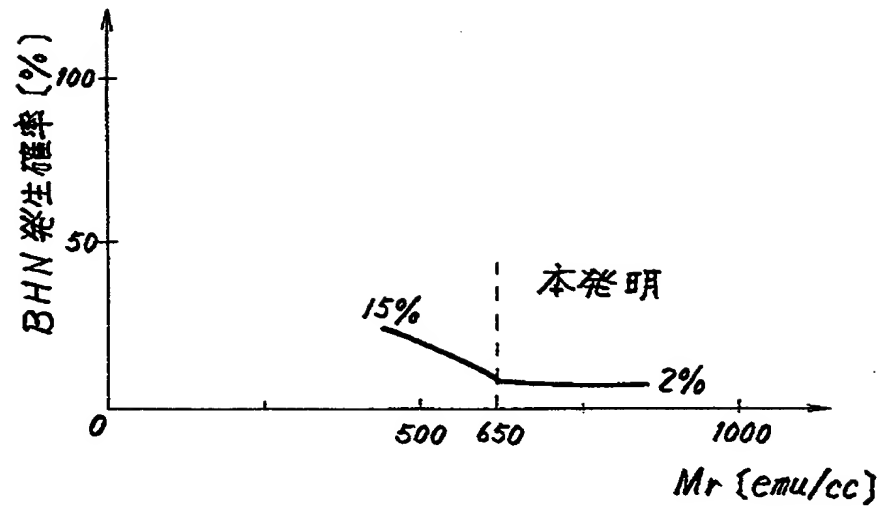
【図33】



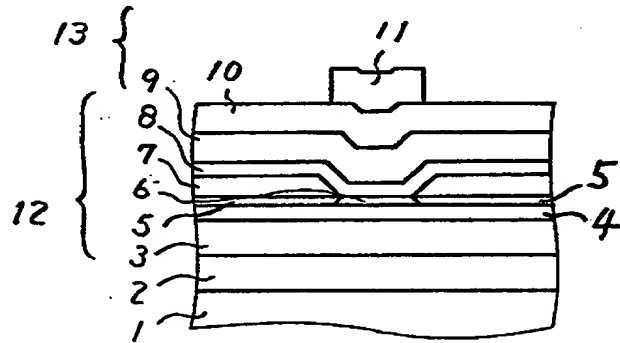
【図34】



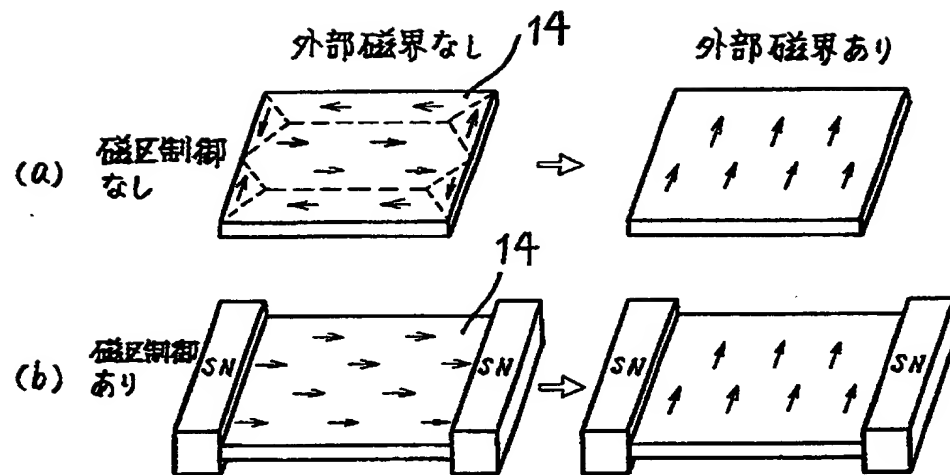
【図 3 5】



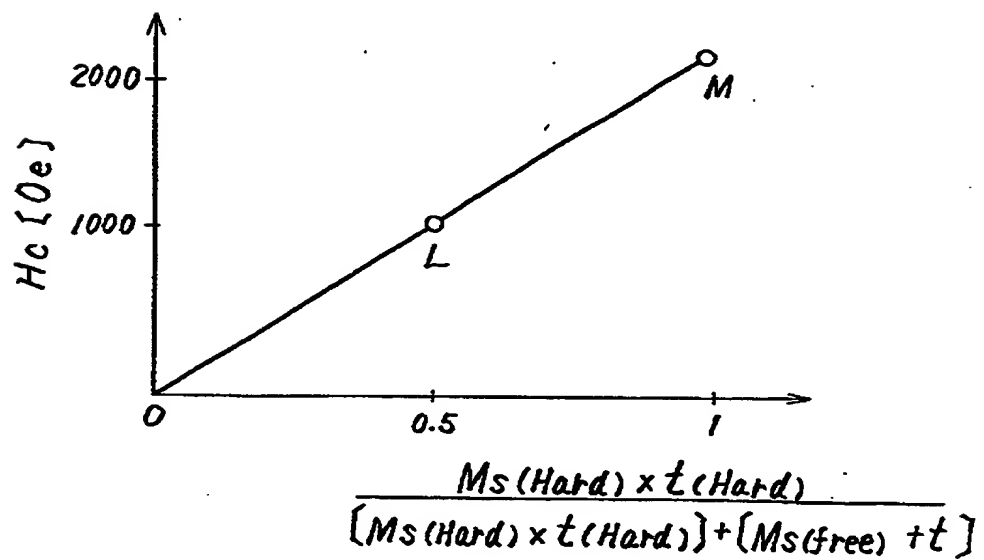
【図 3 6】



【図37】



【図38】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

高い保磁力、飽和磁界、角型比等を備える硬質磁性膜の縦バイアス膜或いは磁区制御膜として備え、バルクハウゼンノイズを抑制できる磁気抵抗効果ヘッド、及び録再一体型磁気抵抗効果ヘッドの提供。

【解決手段】

本発明の第1は、基板の主表面の部分領域に形成されたギャップ層上の磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗素子を両側から挟むように、前記ギャップ層の表面の他の部分領域に積層されてなるアモルファス層22、金属結晶層23、24及びCoを構成元素として含む硬質磁性膜25と、前記磁気抵抗効果素子の両端に接続されたリード配線とが備えられたことを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000003078
【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
【氏名又は名称】 株式会社東芝
【代理人】 申請人
【識別番号】 100083161
【住所又は居所】 東京都港区芝浦1丁目1番1号 株式会社東芝本社
事務所内
【氏名又は名称】 外川 英明

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝